

화학과 화학혁명

날짜 : 2004. 10. 12 | 이름 : 정동욱 | 담당교수 : 홍성욱

Antonie Lavoisier, Elements of Chemistry (1789), selections

서문

사실-생각-말의 관계 오묘하다. 애초에 말만 발전시키려 했지만, 과학을 발전시키지 않으면 그 작업은 불가능하다. 또한 반대로 말을 발전시키지 않으면 과학의 발전도 불가능하다.

지식, 과학의 발전이란 경험으로부터 sum of human knowledge로의 발전. 아는 것에서부터 모르는 것으로의 발전 가능.

유아기와 같은 과학은 감각으로부터 지식을 얻는다. 아이는 뭘해도 상관이 없지만, 과학은 그렇게 해선 안된다. 상상력은 자기기만을 초래한다. 처음에 가정에 불과했던 것이 시간이 지나 권위를 얻고 나면 진실로 여겨지게 된다. 이러한 오류를 막기 위해서는 추론과정을 제약하고 단순화해야 한다. 한편 사실 외에는 신뢰하지 말아야 한다. 또한 추론은 꼭 실험적으로 검증해야 한다.

아는 것 -> 모르는 것을 알기 -> 그것들로부터의 필연적인 귀결로서의 결론 형성 -> arrange, ordering -> 다시 초심자에게 가르치기. 그런데 초심자들이 이를 제대로 배울 수 없다는 사실 때문에, 지금까지 알려졌던 화학의 질서로부터 벗어나기로 했다.

화학은 아직 완전한 학문이 아니긴 하지만, 희망은 많다. 많은 사실들이 밝혀졌고, arrangement가 필요한 시점이다. 그런데 화학의 원소들이 아리스토텔레스의 4원소론으로부터 벗어나지 못했다는 것은 매우 놀라운 일이다. 옛날 4원소론은 단지 가설에 불과했고, 실험기준 없이 체계만 만든 것으로서, 우리는 그것을 거부해야 한다. Stahl이 여러 원소들이 있다고 주장함으로써, 이 체계에 새로운 변형을 가져다 주었고, 화학의 발전을 이뤄내고 있다.

우리의 능력상 분해할 수 없는 최종점을 element, principles of bodies라 부르고, 실험적 증거 없이는 결합물로 보지 말자. 한편, 간단한 물질은 간단한 용어로 표현하기 위해 노력해야 한다. 결합된 물질은 결합된 용어로 표현하기로 하고, 많은 개별들의 공통성질을 표현할 class를 이름짓는다. 반면 종의 이름은 개별자의 성질을 표현해야 한다.

이름짓기의 방식 : 개별 -> 보편 -> 특수

(예) 무슨무슨 산 : ~~~ acid, 산화금속 : (metal 종류) oxyd

이와 함께 다른 결합물들도 유사하게 이름짓는다.

물질 명명법에 (물리적) 상태를 표현하지 않는다.

예전의 잘못된 명명 버리고 정확한 표현 사용해야 하며, 이는 선생 과학자들도 바라는 바였다.

방해물이 있긴 하겠지만, 우리는 그것들을 제거할 것이다.

part 1 : 본인이 직접 적용한 것들을 담은 유일한 파트임.

part 2 : salt에 대한 명명. 내 것은 없다. 단지 다른 사람의 작업을 추출한 것일 뿐이다.

part 3 : 자세한 논의, 실험 상술 등.

안다고 생각할 수록 치료 어렵다.

PART I.

CAHP 1.

열을 받으면 물체 팽창하는 것은 일반적. 이로부터 열을 일으키는 원인요소에 반발하는 성질이 있다고 생각. 한편, 같은 추론에 의해 모든 물질은 세가지 상태변화 가능하다고 생각했으며, 열의 원인과 상태변화의 원인은 caloric(열소)라 생각했다. 하지만 라부아지에의 열소를 실재한다고까지 무리한 가정을 하진 않았고, 그 기능에 초점을 맞추어 정의했고, 설명을 위해 사용한다고 했다. (조작적 정의)

잠열의 존재와 상태변화 과정을 열소로서 설명. 기화 과정에서 주변의 자유열소(free caloric)를 물질과 결합하여 기체상태로 변화한다고 설명했다. 압력과 온도가 상태변화에 결정적임 발견.

기체(gas)란 caloric이 결합한 물질로 생각했고, 물질의 이름을 지을 때는 caloric을 배제하고 순수 물질에 이름을 붙여야 한다고 생각했다.

한편 열용량을 물질모양 또는 배열에 따른 caloric을 포함할 수 있는 능력으로 해석.

CAHP 2

모든 물질은 압력, 온도에 따라 세가지 상태 가능하다. 같은 방식의 추론에 의해 공기는 여러 물질이 섞여 있는 것이라 생각.
물과 알콜 섞여지듯이 대기는 여러 물질의 혼합물일 수 있다고 생각했고, 물과 기름이 안 섞이듯, 대기가 여러 층으로 나뉘어져 있을 것이라 생각했다.

CHAP 3

대기의 첫번째 (가장 아래에 있는) 층은 여러 유체들로 구성되어 있다고 생각했고, 여러 물질을 분석, 종합해보듯이, 대기 또한 그럴 수 있다고 생각했다. 수은 하소 과정에서 공기가 일정량 감소하는 것 발견하고, 그 공기는 호흡과 연소에 적당하지 않음 발견했다. 하소된 수은을 다시 분해했을 때, 그 공기는 호흡에 적당하고 연소가 매우 활발히 일어남을 발견. 분석에 의해, 호흡에 적당한 부분과 적당하지 않은 부분은 27:73 정도임을 발견했고, 오차 있을 것이라 인정했다.

한편, 공기중에 물도 포함되어 있음을 발견했고, 물 뿐만 아니라 여러 물질이 포함되어 있을 것이라 추측했다.

CHAP 4

이름에는 상태를 포함시키지 않는다.

상태를 나타내는 말(first term)과 물질을 나타내는 말(second term) 분리.

무슨무슨 gas. 무슨무슨 acid.

그리스어를 이용해 공기중의 두가지 물질 명명. oxygen(oxygen gas), azote(azotic gas). 후자를 nitrogen이라 부를 개연성 있음.

CHAP 5

여러 물질들로부터 공기를 분해할 수 있으며, 여러 산을 만들 수 있음.

J. B. Gough, "Lavoisier and the Fulfillment of the Stahlian Revolution," *Osiris* 4 (1988), pp. 15-33

저자는 이 글을 통해, 라부아지에가 Stahlian으로부터 상당한 (본인이 인정하는 것보다 많은) 영향을 받았음을 보이려 한다. 그에 따르면, 라부아지에는 Stahl의 기본가정들을 받아들여 Stahl로부터 시작된 화학혁명을 완성했다. (혁명의 시작이 아님). 이러한 입장에서 화학혁명에서 라부아지에의 공헌은 무엇이었는지 분석하고, 그의 자리를 재배치하러 한다.

I.

당대 화학자 사회에서 화학 정의에 대한 전반적인 동의 : 물질 구성 요소의 분리, 통합에 관한 학문. 조합과 분해. 종합과 분석.

라부아지에의 화학적 구성 질서에 대한 새로운(반대의) 이해 : (예) 물보다 산소, 수소가 더 간단하다는 주장

당시 많은 화학자들은 '플로지스톤 포기' 입장보다 화학적 전통질서 전복에 저항감 느꼈음.

라부아지에의 화학적 질서 전복은 단순한 플로지스톤의 포기로부터 온 것이 아니라 '중량측정'에 의한 것이다.

라부아지에의 (기체까지 포함한) 중량측정 기준은 검증불가능한 프로지스톤주의자들의 기준들에 비해, 일관되고 일정한 결과를 만들어낼 수 있었고, 이에 의해 라부아지와 그 지지자들은 화학적 구성의 문제를 정확하게 풀 수 있었다.

그러나, 라부아지에는 중량적인 물질 구성을 결정하지는 않았다. 라부아지에는 질적인 측면을 얻기 위해 실험했고, 33개의 물질 표를 만들어낼 수 있었다.

당시 화학자들의 논쟁지점은 '화학적 물질 구성 질서'

당시 라부아지에의 새 화학을 받아들인다는 것은, 라부아지에의 새 화학적 물질 구성 질서를 받아들인다는 것이다. 라부아지에의 새 체계는 많은 현상 설명에 성공적이었고, (반응 전과 후의 중량측정) 실험을 통해 검증가능했기 때문에, 일정 시간이 지난 후, 라부아지에는 승리할 수 있었다.

II.

Stahl의 "여러 종류의 물질 존재" 입장. '분자' 아이디어.

화학의 독립성 강화하는 Stahlian 혁명. 라부아지에는 이를 최고조에 이르게 함.

partie integrante : (분자) 더 쪼개면 그 고유의 성질 사라지는 최소단위.

parties constituantes : 위의 구성물. (원자?)

chemical affinity(affinite de composition) : 화학적 결합. 구성물이 모여 분자를 이루는 결합

affinite d'agregation : 물리적 결합? (분자)들이 모여 응집되는 결합.

화학적 성질 : (하나의) 분자가 가진 고유의 성질. (무엇과 반응하여 어떻게 된다.. 등등)

물리적 성질 : 용치는 배열에 따라 달라질 수 있는 성질. (단단하다. 탄력적이다.. 등등)

라부아지에는 Stahl의 '분자' 아이디어 거의 그대로 받아들였고, 이 '분자' 아이디어가 당시 획기적인 화학진보 일궈냄.

III.

Stahlian들은 자신의 기본가정 충분히, 일관되게 숙고하지 않았던 점이 문제이다. 플로지스톤 이론은 자신의 기본가정과 애초에 모순적인 입장이었다. 오히려 라부아지에는 Stahl의 기본가정을 일관되게 그리고 철저하게 '기체'에까지 확대적용하였고, 그것이 성과를 만들어낸 것이다.

IV. 결론

라부아지에는 Stahlian framework에 세가지 중요한 생각을 추가했다.

첫째, 공기는 하나가 아니라 공기와 같은 상태에 있는 여러 물질로 이루어져있음을 밝힌 '물질의 기체상태' 이론을 만들었다.

둘째, 반응 과정에서 기체는 물질에 들어오기도 하고 나가기도 한다. 이는 중량측정에 의해 측정가능하다. 라부아지에는 화학적인 단순한 질서를 발견하게 된 것은 체계적인 중량측정을 적용했기 때문이다.

셋째, 화학적으로는 다르지만 동일한 물리적 상태(기체)에 있는 많은 기체가 존재한다는 사실은 화학적 동일성에 대한 Stahlian의 기준을 전보다 더욱 엄격하고 체계적으로 적용할 수 있게 해주었다.

화학혁명에 대한 기준은 '얼마나 많은 발전이 이루어졌는가?'라는 질문만으로는 부족하다. '얼마나 본질적인 지적기반을 변화시켰는가?'라는 질문이 함께 이루어져야 한다. 이러한 기준에 따르면 화학혁명은 이미 라부아지에 이전부터 시작되었다. 라부아지에는 이를 완성한 것이다. 더 정확하게 말하자면 그것을 완성하는 길을 열어주었다.

Stahl의 시대는 라부아지에 의해 끝이 났지만, 그것은 reject를 통해서가 아니라, fulfillment를 통해서였다.

C. E. Perrin, "Research Traditions, Lavoisier, and the Chemical Revolution," *Osiris* 4 (1988), pp. 53-81

라부아지에 이전과 이후의 불연속성(혁명)과 연속성(점진) 주장들의 타협을 주장하는 글이다. 저자는 현 상황에 대해 각자가 자신이 유리한 위치에서 자기주장을 펼치고 있는 형국 — 비유를 하자면, 장님이 코끼리를 만지고 있는 형국 — 으로 묘사하며, 각자가 부분적 진실만을 이야기하고 있음을 이야기하고 있다. 따라서 각 주장의 지나친 부분을 버리고 인정할 것은 인정한다면 화해가 가능하다고 얘기하고 있다.

만약, 그 시대를 멀리서 보면(처음과 끝을 보면), 라부아지에는 명확히 분기점이다. 반면, 그 시대 맥락을 쫓아가다보면, 그 시기는 상당히 연속적이다. 이에 대한 종합은 화학혁명에 대한 다양한 직관을 설명해야 한다. 수용가능한 종합이 지녀야 할 특징은? 전통적 관점의 단선적인 면을 피하기 위해, 그것은 첫째, 화학혁명의 누적적인 충격을 의미의 몇몇 층들의 복잡한 변화로 다루어야 한다. 둘째, 그것은 세밀한 변천의 구조를 동학과 상호작용의 과정으로서 그려야 하며, 이는 연속성과 라부아지에 프로그램의 국면 뿐만 아니라 과거와 그시대 대안과의 관계까지 산출해내야 한다. 셋째, 그것은 통합적인 설명 속에서 연속성과 불연속성의 직관을 화해시켜야 한다.

라부아지에 연구에서의 연속성의 증거(누적적인 변화과정)와 그것이 만들어낸 중국적인 결렬을 연결하는 작업.

Frederic L. Holmes, "The Boundaries of Lavoisier's Chemical Revolution," (1995) pp. 9-48

